

# SYSTEM FOR THE MULTI-CHANNEL CUTTING AND ENGRAVING OF MATERIAL USING LASER BEAMS

**Patent number:** WO0013837

**Publication date:** 2000-03-16

**Inventor:** JUERGENSEN HEINRICH (DE)

**Applicant:** HEIDELBERGER DRUCKMASCH AG (DE); JUERGENSEN HEINRICH (DE)

**Classification:**

- **international:** B23K26/02; B23K26/08; B23K26/02; B23K26/08; (IPC1-7): B23K26/02; B23K26/08

- **europen:** B23K26/02; B23K26/08

**Application number:** WO1999DE02424 19990804

**Priority number(s):** DE19981040936 19980908

**Also published as:**

DE19840936 (A)

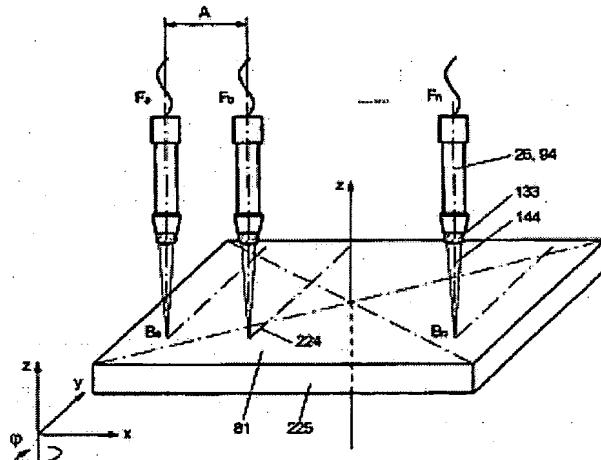
**Cited documents:**

US4958900  
DE19603704

[Report a data error](#)

## Abstract of WO0013837

The invention relates to a system for processing materials using a laser, comprising a housing for receiving components of said system; a table (225) for receiving the material to be processed; servo-drives with which the table can be displaced in relation to a carriage along the space coordinates x, y, z and rotated at an angle phi -about an axis of rotation z which is substantially vertical to the surface to be processed; at least two fiber laser outputs for producing several processing traces which are positioned on a shaped rail and fitted with end pieces (26, 94) by means of which the laser beams can be directed at the surface (81) to be processed and focused. Said end pieces are arranged on the carriage in such away that the distance between the processing traces (224) produced by the end pieces can be modified. The system also comprises a cooling system, a control for the laser and a machine control for the drives which produce the relative and rotational movements.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

# PCT

WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM

Internationales Büro

INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICH NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE  
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation 7 :		(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: <b>WO 00/13837</b>
<b>B23K 26/02, 26/08</b>	<b>A1</b>	(43) Internationales Veröffentlichungsdatum: <b>16. März 2000 (16.03.00)</b>

(21) Internationales Aktenzeichen: <b>PCT/DE99/02424</b>	(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE).
(22) Internationales Anmeldedatum: <b>4. August 1999 (04.08.99)</b>	
(30) Prioritätsdaten: 198 40 936.2 8. September 1998 (08.09.98) DE	<b>Veröffentlicht</b> <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist; Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>
(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG [DE/DE]; Kurfürsten-Anlage 52-60, D-69115 Heidelberg (DE).	
(72) Erfinder; und	
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): JÜRGENSEN, Heinrich [DE/DE]; Dutschfeldredder 22, D-24223 Raisdorf (DE).	
(74) Gemeinsamer Vertreter: HEIDELBERGER DRUCKMASCHINEN AG; Schäfer, Klaus, TPT-R4, Siemenswall, D-24107 Kiel (DE).	

(54) Title: SYSTEM FOR THE MULTI-CHANNEL CUTTING AND ENGRAVING OF MATERIALS USING LASER BEAMS

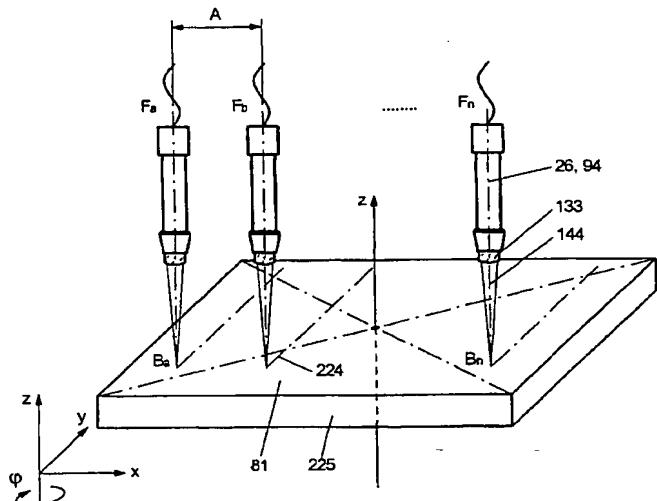
(54) Bezeichnung: ANORDNUNG ZUM MEHRKANALIGEN SCHNEIDEN UND RITZEN VON MATERIALIEN MITTELS LASER-STRÄHLEN

### (57) Abstract

The invention relates to a system for processing materials using a laser, comprising a housing for receiving components of said system; a table (225) for receiving the material to be processed; servo-drives with which the table can be displaced in relation to a carriage along the space coordinates x, y, z and rotated at an angle  $\phi$  about an axis of rotation z which is substantially vertical to the surface to be processed; at least two fiber laser outputs for producing several processing traces which are positioned on a shaped rail and fitted with end pieces (26, 94) by means of which the laser beams can be directed at the surface (81) to be processed and focused. Said end pieces are arranged on the carriage in such a way that the distance between the processing traces (224) produced by the end pieces can be modified. The system also comprises a cooling system, a control for the laser and a machine control for the drives which produce the relative and rotational movements.

### (57) Zusammenfassung

Anordnung zur Materialbearbeitung mittels Laser, bestehend aus einem Gehäuse, zur Aufnahme von Komponenten der Anordnung, einem Tisch (225) zur Aufnahme des zu bearbeitenden Materials, Stellantrieben, mit denen der Tisch relativ zu einem Schlitten entlang der Raumkoordinaten x, y, z bewegbar ist und um einen Winkel  $\phi$  um eine etwa senkrecht durch die Bearbeitungsfläche verlaufende Drehachse z verdrehbar ist, mindestens zwei Fiberlaserausgängen zur Erzeugung von mehreren Bearbeitungsspuren, die auf einer Profilschiene angeordnet sind und mit Abschlussstücken (26, 94) versehen sind, durch die die Laser auf die Bearbeitungsfläche (81) gerichtet und fokussierbar sind, wobei die Abschlussstücke auf dem Schlitten so angeordnet sind, dass der gegenseitige Abstand der durch die Abschlussstücke erzeugten Bearbeitungsspuren (224) veränderbar ist, einem Kühlungssystem, einer Steuerung für die Laser und einer Maschinensteuerung für die Antriebe zur Erzeugung der Relativbewegung und der Rotationsbewegung.



**LEDIGLICH ZUR INFORMATION**

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AL	Albanien	ES	Spanien	LS	Lesotho	SI	Slowenien
AM	Armenien	FI	Finnland	LT	Litauen	SK	Slowakei
AT	Österreich	FR	Frankreich	LU	Luxemburg	SN	Senegal
AU	Australien	GA	Gabun	LV	Lettland	SZ	Swasiland
AZ	Aserbaidschan	GB	Vereinigtes Königreich	MC	Monaco	TD	Tschad
BA	Bosnien-Herzegowina	GE	Georgien	MD	Republik Moldau	TG	Togo
BB	Barbados	GH	Ghana	MG	Madagaskar	TJ	Tadschikistan
BE	Belgien	GN	Guinea	MK	Die ehemalige jugoslawische Republik Mazedonien	TM	Turkmenistan
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	ML	Mali	TR	Türkei
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	MN	Mongolei	TT	Trinidad und Tobago
BJ	Benin	IE	Irland	MR	Mauretanien	UA	Ukraine
BR	Brasilien	IL	Israel	MW	Malawi	UG	Uganda
BY	Belarus	IS	Island	MX	Mexiko	US	Vereinigte Staaten von Amerika
CA	Kanada	IT	Italien	NE	Niger	UZ	Usbekistan
CF	Zentralafrikanische Republik	JP	Japan	NL	Niederlande	VN	Vietnam
CG	Kongo	KE	Kenia	NO	Norwegen	YU	Jugoslawien
CH	Schweiz	KG	Kirgisistan	NZ	Neuseeland	ZW	Zimbabwe
CI	Côte d'Ivoire	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	PL	Polen		
CM	Kamerun	KR	Republik Korea	PT	Portugal		
CN	China	KZ	Kasachstan	RO	Rumänien		
CU	Kuba	LC	St. Lucia	RU	Russische Föderation		
CZ	Tschechische Republik	LI	Liechtenstein	SD	Sudan		
DE	Deutschland	LK	Sri Lanka	SE	Schweden		
DK	Dänemark	LR	Liberia	SG	Singapur		
EE	Estland						

**Anordnung zum mehrkanaligen Schneiden und Ritzen von Materialien mit-  
tels Laserstrahlen**

Die Erfindung betrifft eine Anordnung zum mehrkanaligen Schneiden und Ritzen von Materialien mittels Laserstrahlen. In der Halbleiterindustrie besteht ein großer Bedarf an neuen Techniken zum Schneiden und Ritzen und der sonstigen Bearbeitung von Materialien, insbesondere von Halbleitermaterialien.

Beispielsweise gibt es bei der Herstellung von Photovoltaik- Zellen zur Stromerzeugung aus Solarenergie, den sogenannten Solarzellen, eine Notwendigkeit, in die Oberfläche des Halbleitermaterials feine Spuren einzuschneiden, wie es in einem Sonderdruck der Zeitschrift „Sonnenenergie & Wärm 技术“, 4/1997 von Dipl.- Ing. Stefan Müller, beschrieben ist. Solarzellen benötigen Kontaktierungen für die elektrischen Anschlüsse. Um den Innenwiderstand der Zellen zu erniedrigen und damit den Wirkungsgrad zu verbessern, werden solche Kontaktierungen in geringen Abständen angebracht. Bei herkömmlichen Solarzellen werden Kontaktfinger in einem Siebdruckverfahren aufgebracht, wobei eine Metallpaste durch eine Maske auf den vorbehandelten Silicium- Wafer gepreßt wird. Die Kontaktfinger sind etwa 200 µm breit. Bei der in der vorgenannten Literaturstelle beschriebenen Saturn- Technologie wird diese Kontaktlinie mit einem Laser eingeschnitten, die Breite verringert sich dadurch auf etwa 20 µm. Da die Kontaktlinien sehr schmal sind, kann man es sich leisten, in die Solarzelle mehr Linien einzuschneiden. Dadurch vermindern sich die ohmschen Verluste beim Ableiten der Ladungsträger. Auf eine herkömmliche Zelle werden etwa 60 Kontaktfinger aufgedruckt, in einer Saturn- Zelle dagegen rund 80 Linien geschnitten. Die gesamte Linienbreite pro Zelle reduziert sich somit von 12 mm (60x200 µm) auf 1,6 mm (80x20 µm), obwohl die Anzahl der Kontaktlinien erhöht wurde. Entsprechend vermindert sich die durch die Kontaktfinger abgedeckte Fläche, was zu einer höheren Energieausbeute führt.

30

In bekannter Weise wird das Einschneiden der Kontaktlinien üblicherweise in einer Step- and Repeat Einrichtung mit einem YAG-Laser vorgenommen. Man kann

leicht einsehen, daß eine solche einkanalige Schneideeinrichtung sehr bald an ihrer Leistungsgrenze arbeitet und die Produktionsmenge begrenzt. Es ist denkbar, mehrere solcher Schneideeinrichtungen parallel arbeiten zu lassen. Dies ist aber mit erheblichen Kosten verbunden. Nachteilig ist auch die umständliche mäanderförmige Bewegung des Schlittens, auf dem die Zellen befestigt sind. Durch diese mäanderförmige Bewegung ist die Antriebsmechanik für den Schlitten einem starken mechanischen Verschleiß ausgesetzt.

10 Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine mehrkanalige Ritz- und Schneideeinrichtung zu schaffen die die genannten Nachteile vermeidet und präzise arbeitet.

Diese Aufgabe wird gemäß der Erfindung durch die Anordnung zur Materialbearbeitung gemäß Anspruch 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung gehen aus den Unteransprüchen 2 bis 7 hervor.

15 In vorteilhafter Weise wird für die Zwecke der Erfindung eine Laserstrahlungsquelle verwendet, wie sie in der parallelaufenden, gleichzeitig mit der vorliegenden Anmeldung eingereichten deutschen Patentanmeldung "Verfahren und Anordnung zur Materialbearbeitung mittels Laserstrahlen", Zeichen der Anmelderin 98/1035, und in der parallelaufenden, gleichzeitig mit der vorliegenden Anmeldung eingereichten deutschen Gebrauchsmusteranmeldung "Laserstrahlungsquelle hoher Leistungsdichte und hoher Energie zur Materialbearbeitung", Zeichen der Anmelderin 98/1036 GM, beschrieben ist. Diese Laserstrahlungsquelle besteht aus mehreren diodengepumpten Fiberlasern, auch Faserlaser genannt, deren 20 Ausgangsstrahlenbündel am Bearbeitungsort nebeneinander, und/oder übereinander oder in einem Punkt oder Bündel auftreffen und somit die Erzeugung eines in Form und Größe gezielt variablen Bearbeitungsflecks auch bei sehr hohen Laserleistungen und extrem hohen Leistungsdichten ermöglicht. Das zu bearbeitende Material kann sich in einer Ebene befinden, an der die Laserstrahlungsquelle 25 oder ihre Ausgangsstrahlung relativ vorbeigeführt wird. Weiterhin wird in der parallelaufenden, gleichzeitig mit der vorliegenden Anmeldung eingereichten Patentanmeldung "Abschlußstück für Lichtleitfasern", Zeichen der Anmelderin 30

98/1037, und in der parallelaufenden, gleichzeitig mit der vorliegenden Anmeldung eingereichten deutschen Gebrauchsmusteranmeldung "Abschlußstück für Lichtleitfasern", Zeichen der Anmelderin 98/1037 GM, ein Abschlußstück beschrieben, das es ermöglicht, die Strahlenbündel der einzelnen Laser mit definierten Werten in Strahldurchmesser, Strahldivergenz, Zentrierung und Winkelrichtung genau und dauerhaft zu fassen, um eine fertigungs- und servicegerechte Anordnung zu erhalten und die Laserstrahlung gezielt zu führen. Die Strahlenbündel können dabei je nach Anwendungsfall z. B. als parallele Laserstrahlen ausgekoppelt werden, divergieren oder z.B. in einem gewissen Abstand von der Austrittsstelle fokussiert sein. Die Abschlußstücke können dabei direkt an den Ausgang der Fiberlaser oder an den Ausgang angekoppelter Fasern oder Faserschmelzkoppler, mit denen die Strahlung eines oder mehrerer Fiberlaser aufgespalten oder zusammengefaßt werden kann, angebracht werden. Mit einer gemäß der Erfindung entsprechend räumlich kleinen Ausführung der Abschlußstücke, die zudem noch besonders einfach aneinandergereiht werden können, wird es möglich, die Strahlenbündel mehrerer Ausgänge der Fiberlaser in Abständen von weniger als 2,5 mm zusammenzufassen, so daß die gestellte Aufgabe gelöst wird und gleichzeitig eine wirtschaftliche Fertigung sowie eine kostengünstige Wartung der Laserstrahlungsquelle ermöglicht wird. Die Erfindung wird im folgenden anhand der Fig. 1 bis 7 näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine Prinzipdarstellung der Laserstrahlungsquelle,

Fig. 2 eine Prinzipdarstellung eines Fiberlasers (Stand der Technik),

Fig. 2a eine verkürzte Darstellung der Fiber des Fiberlasers (Stand der Technik),

Fig. 3 ein Beispiel einer Ausführung eines Abschlußstücks mit einer konischen Passung zum Einsatz in eine Halterung,

Fig. 4 eine modulare Ausführung der Fiber des Fiberlasers gemäß Fig. 1,

Fig. 5 ein Beispiel für die Einkopplung der Pumpenergie in die Fiber des Fiberlasers gemäß Fig. 13,

Fig. 6 eine Prinzipanordnung der Schneid- und Ritzeinrichtung,

Fig. 6a weitere Details zu Fig. 6,

Fig. 6b eine Schnittzeichnung zu Fig. 6a und

Fig. 7 eine Ausführungsform der Schneid- und Ritzeinrichtung.

In Fig. 1 ist eine Laserstrahlungsquelle 1 dargestellt, die aus mehreren, gemäß der 5 Erfindung vorzugsweise als Module ausgeführten, diodengepumpten Fiberlasern (Faserlaser) (2) besteht, die von einer vorzugsweise modularen Versorgung 32 mit elektrischer Energie beaufschlagt werden, die teilweise in Laserstrahlung umgesetzt wird. Weiterhin ist eine Steuerung 33 vorgesehen, über die die Modulation der Strahlung vorgenommen wird und die für das Zusammenwirken der Laserstrahlungsquelle mit ihrer Peripherie sorgt. Die Ausgangsstrahlen der Laser treten 10 am Strahlungseingang 9 in eine optische Einheit 8 ein und am Strahlungsausgang 10 aus der optischen Einheit aus. Die Aufgabe der optischen Einheit 8 ist die Formung der Laserstrahlung zu einem Bearbeitungsfleck 24 auf einer Bearbeitungsfläche 81, es kann aber auch die Laserstrahlung ohne optische Einheit, beispielsweise 15 mittels der Abschlußstücke 26, 94 direkt auf die Bearbeitungsfläche gerichtet werden. Die Laserstrahlungsquelle ist vorzugsweise in einem Gehäuse untergebracht, das auch für die erforderliche Lasersicherheit sorgt. Die Laserstrahlungsquelle wird vorzugsweise durch ein Kühlsystem gekühlt.

20 In den Figuren 2 und 2a wird der prinzipielle Aufbau einer Fiberlaser- (auch Faserlaser genannt) Anordnung 2 gezeigt. In Fig. 2 wird die Energie einer Pumpquelle wie z. B. einer Laserdiode, hier Pumpquelle 18 genannt, über eine Einkoppeloptik 3 zu einem geeigneten Pumpfleck 4 geformt und in die Laserfaser 5 eingekoppelt. Solche Pumpquellen sind z.B. in der parallel laufenden deutschen Patentanmeldung mit dem Aktenzeichen P 196 03 704 beschrieben. Typische 25 Pumpquerschnitte der Laserfasern liegen etwa zwischen 100 µm und 600 µm Durchmesser, die numerische Apertur bei etwa 0,4. Die Laserfaser 5 ist auf der Einkoppelseite 6 mit einem Einkoppelspiegel 7 versehen, der die Pumpstrahlung ungehindert durchläßt, für die Laserstrahlung aber eine 100 %ige Reflexion aufweist. Der Einkoppelspiegel 7 kann mit einer geeigneten Halterung oder durch 30 Kleben an dem Faserende befestigt sein, er kann aber auch durch direktes Auf-

dampfen einer geeigneten Schicht, wie sie bei Einkoppelspiegeln für Laser verwendet wird, auf das Faserende realisiert werden.

Auf der Auskoppelseite 11 der Laserfiber 5 ist ein für die Laserstrahlung teildurchlässiger Auskoppelspiegel 12 angebracht, durch den die Laserstrahlung 13 ausgekoppelt wird. In vorteilhafter Weise weist der Auskoppelspiegel für die Pumpstrahlung eine 100%ige Reflexion auf. Hierdurch wird die restliche Pumpstrahlung wieder zurück in die Lichtleitfaser reflektiert, was vorteilhaft ist, da die Pumpenergie besser ausgenutzt wird und außerdem nicht bei der Anwendung der Laserstrahlung stört. Der Auskoppelspiegel kann wie beim Einkoppelspiegel, ebenfalls durch Aufdampfen hergestellt werden.

In Fig. 2a ist der Einkoppelvorgang der Pumpstrahlung in den Pumpquerschnitt 14 der Laserfiber 5 näher dargestellt. Die Energie im Pumpfleck 4 regt auf ihrem Weg durch die Faser die Laserstrahlung im Kern 15 der Laserfiber 5 an. Der Pumpkern 16 ist von einem Mantel 17 umgeben. Der etwa 5 µm bis 10 µm starke Kern der Laserfiber ist vorwiegend mit Seltenen Erden dotiert. Der relativ große Pumpquerschnitt 14 vereinfacht das Einkoppeln der Pumpenergie und ermöglicht den Einsatz einer einfach lösbar Verbindung zwischen Pumpquelle und Laserfiber, wie in den Fig. 4 und 5 gezeigt wird. Dabei kann das pumpquellenseitige Abschlußstück der Laserfiber baugleich sein mit dem Abschlußstück auf der Auskoppelseite, es muß es aber nicht. Eine präzise Steckverbindung zwischen Pumpquelle und Laserfiber bietet erhebliche Vorteile bei der Fertigung der Fiberlaser und im Servicefall. Die Laserfiber kann aber auch fest mit der Pumpquelle zu einem Lasermodul verbunden sein. Infolge des gezielt hergestellten, sehr geringen Faserkerndurchmessers liefert der Fiberlaser am Austritt eine praktisch beugungsbegrenzte Laserstrahlung 13. Dadurch ist gemäß der Erfindung eine sehr große Schärfentiefe möglich; beispielsweise kann man bei einer Größe des Bearbeitungsflecks von 20 µm einen Schärfentiefenbereich von etwa 0,5 bis 1 mm erreichen, was besonders vorteilhaft ist, wenn die Materialoberflächen uneben sind oder nicht exakt positioniert werden können, was besonders bei großen Flächen der Fall ist.

Es werden in der Literatur für Fiberlaser prinzipiell mögliche Ausgangsleistungen von bis zu 100 W genannt. Man kann an den aktiven Ausgang von Fiberlasern auch passive Lichtleitfasern 28 ankoppeln. Der Erregerstrom der Pumpquelle wird von der Versorgung 32 geliefert. Wenn kein Erregerstrom durch die Pumpquelle fließt, gibt der Fiberlaser keine Strahlung ab. Die Pumpquellen werden nur dann eingeschaltet, wenn im Bearbeitungsfleck Laserenergie benötigt wird. Eine Sicherheitsschaltung schaltet die Pumpquellen dauerhaft ab, wenn Gefahr droht. Wie in Fig 4 und Fig. 5 näher erläutert, können die Laserfibern 5 und die Pumpquellen 18 über eine lösbare Verbindung miteinander verbunden sein.

10

In Fig. 3 ist eine bevorzugte Ausführungsform eines Abschlußstücks 26 (Terminator) für eine Faser gezeigt. Solche Abschlußstücke können mit Vorteil für die Auskopplung der Laserstrahlung aus einer Faser verwendet werden, wie es in der parallellaufenden, gleichzeitig mit der vorliegenden Anmeldung eingereichten 15 deutschen Patentanmeldung "Abschlußstück für Lichtleitfasern", Zeichen der Anmelderin 98/1037, und in der parallellaufenden, gleichzeitig mit der vorliegenden Anmeldung eingereichten deutschen Gebrauchsmusteranmeldung "Abschlußstück für Lichtleitfasern", Zeichen der Anmelderin 98/1037 GM beschrieben ist. Dieses Abschlußstück 26 kann grundsätzlich für alle Anwendungsfälle benutzt werden, bei 20 denen es darauf ankommt, das aus einer Faser 28 oder einer zu einem Fiberlaser gehörenden Laserfiber 5 austretende Strahlenbündel mit einer lösbar Verbindung präzise anzukoppeln. Ebenso ist es die Aufgabe des Abschlußstücks, eine präzise lösbar Verbindung des Fiberlasers oder der Faser mit der übrigen Optik zu ermöglichen. Das Abschlußstück besteht aus einem länglichem Gehäuse 132, 25 das eine durchgehende, sich in axialer Richtung erstreckende, zylindrische Öffnung 130 aufweist. Das Gehäuse ist vorzugsweise aus vorgefertigtem, beispielsweise gezogenem Material hergestellt. Die Laserfiber 5 des Fiberlasers ist vorzugsweise auf ihrem letzten Ende von ihrem Mantel befreit und an ihrer Außenfläche aufgerauht, so daß die restliche Pumpstrahlung vor dem Eintritt der Laserfiber 30 in das Abschlußstück die Laserfiber verläßt. Die Laserfiber kann zusätzlich noch mit einer Schutzhülle 131 umgeben sein, die mit dem Gehäuse 132 des Abschlußstücks verbunden ist. Das Gehäuse 132 weist Passungen 134 auf, mit denen das

Gehäuse in einer Fassung 29 genau eingesetzt werden kann. An einem Ende des Gehäuses 132 wird das Ende der Faser 28 bzw. der Laserfiber 5 aufgenommen und innerhalb des Gehäuses in der Öffnung 130 geführt. Am anderen Ende des Gehäuses 132 ist eine kurzbrennweitige Linse 133 befestigt. Es können Mittel zum

5 Justieren der Lage der Faser 28 bzw. Laserfiber 5 innerhalb des Abschlußstückes vorgesehen sein, um die Lage der Faser 28 bzw. Laserfiber 5 zu der Linse 133 innerhalb des Abschlußstückes und in Bezug auf die Passungen 134 zu justieren. Es kann auch die Lage der Linse zu der Faser justiert werden. Die Justierungen werden vorteilhaft mit einer Justiervorrichtung vorgenommen. Dabei können für die

10 Justierung der Lage der Faser 28 bzw. der Laserfiber 5 im Gehäuse 132 Justierschrauben 135 (Fig. 3b) oder Kugeln 137 vorgesehen sein. Innerhalb der Öffnung 130 bzw. innerhalb der Justierschrauben oder Kugeln kann die Faser 28 bzw. La-  
serfiber 5 auch axial verschoben werden. Es kann auch die Linse 133 in Bezug auf die Passungen 134 entweder bei der Montage korrekt montiert oder durch nicht

15 dargestellte geeignete Mittel in Bezug auf die durch die Öffnung 130 in der Positi-  
on gehaltene Faser 5, 28 axial und/oder radial justiert und fixiert werden. Durch die Justierung soll erreicht werden, daß das aus der Linse 133 austretende Strahlen-  
bündel 144 in eine vorgegebene Achs- und Fokuslage mit einem definierten Kegel  
gebracht wird.

20

Fig. 4 zeigt ein Anwendungsbeispiel für das Abschlußstück 26, 94 bei einer Faser 28 bzw. einer Laserfiber 5, die an beiden Enden mit je einem Abschlußstück ge-  
mäß der Erfindung versehen sind. Es ist grundsätzlich möglich, mehrere der im vorangehenden beschriebenen Abschlußstücke in mehreren Spuren nebeneinan-  
der und in mehreren Ebenen übereinander zu einem Paket zusammenzufassen.

25 Es ist weiterhin möglich, die Form der Abschlußstücke anders als in Figur 3 dar-  
gestellt auszuführen, z. B. daß eine zylindrische Form nach Fig. 3 trapezförmige  
oder rechteckförmige Passungen erhält.

30 Fig. 5 zeigt eine Ankopplung der Laserfiber 5 an eine Pumpquelle mittels des Ab-  
schlußstückes 26 über das Gehäuse 152, in dem die Pumpquelle 18 in einer Aus-  
nehmung 153 vorzugsweise luftdicht untergebracht ist. Durch eine Dichtung 146

ist sichergestellt, daß das Abschlußstück 26 ebenfalls luftdicht abschließt, so daß in die Ausnehmung von außerhalb keine Schmutzpartikel eindringen können und sie bei Bedarf evakuiert oder mit einem Schutzgas gefüllt werden kann. Es kann auch ein ständiger Strom eines Schutzgases durch die Ausnehmung 153 fließen,

5 insbesondere bei vorübergehender Entfernung des Abschlußstücks 26. Über eine Linse 154 wird die Strahlung der Pumpquelle 18 auf den Pumpquerschnitt der Laserfaser 5 fokussiert. Die Pumpquelle kann aus einer oder mehreren Laserdioden bestehen, sie kann aber auch aus einer Anordnung von einem oder mehreren Lasern, insbesondere auch Fiberlasern bestehen, deren Ausgangsstrahlung mit geeigneten Mitteln so vereinigt wurde, daß ein geeigneter Pumpfleck entsteht.

10

Fig. 6 zeigt eine mögliche Ausführungsform der Laserstrahlungsquelle gemäß der Erfindung, wie sie für das mehrkanalige Schneiden und Ritzten von beispielsweise Halbleitermaterialien verwendet werden kann. Die Abschlußstücke 26, 94 der Fasern bzw. Fiberlaser  $F_a$  bis  $F_n$  haben Strahlenbündel 144, die mittels der Linse 133 in einem vorgegebenen Abstand von dem Abschlußstück fokussiert sind. Der Durchmesser der Bearbeitungspunkte  $B_a$  bis  $B_n$  beträgt beispielsweise 20  $\mu\text{m}$ , er kann aber auch darunter oder darüber liegen. Weiterhin sind die Abschlußstücke auf einer in den Fig. 6a und 6b näher beschriebenen Profilschiene 256 so angeordnet, daß ihr gegenseitiger Abstand "A" auf beliebige Werte eingestellt werden kann, bis die Abschlußstücke aneinanderstoßen. Die Profilschiene ist vorzugsweise an einem Arm eines Roboters (Fig. 7) befestigt und kann beispielsweise in den Richtungen x, y, z relativ zu einem Tisch 225 mittels Stellantrieben, die in Fig. 7 gezeigt sind, bewegt werden. Außerdem kann die Profilschiene relativ zu dem Tisch um einen Winkel  $\phi$  mit der Achse  $z'$  (Fig. 7) verdreht werden, was auch dazu benutzt werden kann, den gegenseitigen Abstand der Bearbeitungsspuren zu bestimmen. Weiterhin kann der Tisch in den Richtungen x, y, z bewegt und um einen Winkel  $\phi$  mit der Achse  $z$  verdreht werden. Auf dem Tisch 225 kann das zu bearbeitende Material, beispielsweise ein oder mehrere aus einem gezogenen Halbleiterbarren abgetrennte sogenannte "Wafer", mittels nicht gezeigter Spann- oder Saugvorrichtungen befestigt werden. Mittels der Laserenergie in den einzelnen Bearbeitungspunkten  $B_a$  bis  $B_n$  lassen sich in das Halbleitermaterial beispielsweise

15

20

25

30

feine parallele Spuren schneiden, wie sie zum Beispiel zur Kontaktierung von Photovoltaik- Zellen benötigt werden. Man kann aber auch in das Halbleitermaterial feine Bohrungen einbringen oder es mittels des Lasers zerschneiden, um so beispielsweise elektrische Schaltkreise auseinander zu trennen. Nahe der Bearbeitungsfläche 81 ist für jede Bearbeitungsspur 224 getrennt oder für mehrere Bearbeitungsspuren 224 gemeinsam gemäß der Erfindung eine Anordnung zum Entfernen des von der Bearbeitungsfläche abgetragenen Materials angebracht. Wenn die Profilschiene mit den Abschlußstücken relativ gegenüber dem Tisch verdreht wird, um den Abstand zwischen den Bearbeitungsspuren zu verändern, ist es erfindungsgemäß zweckmäßig, die durch die relative Verdrehung entstehende Verzeichnung des aufzuzeichnenden Musters durch eine Vorverzerrung des aufzubringenden Musters und /oder eine zeitliche Steuerung des Datenstroms zu kompensieren.

15 Durch die parallele Anordnung von mehreren Fiberlaserausgängen kann die zur Bearbeitung erforderliche Zeit erheblich reduziert werden, beispielsweise können für das Ritzten der Photovoltaikelemente 10 Laserausgänge parallel verwendet werden, was den Ausstoß um den Faktor 10 erhöht.

20 Die beschriebene Anordnung zum Schneiden und Ritzten ist nicht allein nur für die Bearbeitung von Halbleitermaterialien geeignet, sondern kann für alle Materialien angewendet werden, bei denen es auf die präzise Erzeugung von Mustern, wie z.B. bei der Druckformherstellung ankommt.

25 Fig. 6a und die zugehörige Schnittzeichnung Fig. 6b zeigen, wie die Abschlußstücke 26 der einzelnen Fiberlaser  $F_1$  bis  $F_n$  befestigt sind. Die Profilschiene 256 ist mittels Verbindungen 261 an einem Träger 260 befestigt, der beispielsweise der Arm eines Roboters sein kann. Die Abschlußstücke 26 sind in Fassungen 257 aufgenommen und mit Schrauben 259 fixiert. Die Fassungen 257 sind mit einem zu der Profilschiene 256 passenden Profil versehen, auf die Profilschiene 256 aufgereiht, in vorgegebene Abstände „A“ zu einander eingestellt und mittels der Schrauben 259 fixiert. Durch eine erfindungsgemäß kleine Bauweise der Ab-

schlußstücke 26 und der Fassungen 257 wird ein sehr geringer Abstand „A“ möglich. Mittels des Roboters kann die Profilschiene mit den Abschlußstücken zum Zweck der Materialbearbeitung über die Bearbeitungsfläche geführt werden, wie es in Fig. 6 dargestellt und ausführlich beschrieben ist. Die erforderlichen Bewegungen 5 zur Erzeugung der Bearbeitungsspuren können von dem in Fig. 6 beschriebenen Tisch 225 ausgeführt werden, sie können aber auch von dem Arm des Roboters oder in einer kombinierten Form von beiden ausgeführt werden. Vorzugsweise kann der Arm des Roboters auch eine Drehbewegung um die zu 10 der Achse der Abschlußstücke etwa parallele Drehachse  $z'$  der Anordnung vornehmen. Mit dieser Verdrehung und einer relativen Verschiebung zwischen dem Arm des Roboters und dem Tisch 225, ist es möglich, den Abstand der auf der Bearbeitungsfläche 81 erzeugten Bearbeitungsspuren zu verändern und vorzugsweise geringer einzustellen, als es dem eingestellten Maß „A“ entspricht.

15 In Fig. 7 ist ein Beispiel für den Roboter angegeben, wie er beispielsweise aus Komponenten der Firma Montech-Deutschland GmbH, Postfach 1949, 79509 Lör- rach zusammengestellt werden kann. Auf einem Ständersystem „Quickset“ 262 ist ein Horizontal- Lineareinheit 263 befestigt, der wiederum eine Vertikal- Lineareinheit 264 mit einem Drehantrieb 265 aufnimmt. An dem Drehantrieb sitzt der ei- 20 gentliche Roboterarm 260, an dem die Profilschiene 256 mittels der Verbindung 261 befestigt ist. Eine weitere Horizontal- Lineareinheit ist möglich, aber nicht dar- gestellt. Mit den gleichen Elementen lassen sich die verschiedenen Bewegungs- richtungen des Tisches 225 realisieren, wobei die Bewegungsrichtungen auch zum Teil dem Tisch und zum Teil der Profilschiene zugeordnet werden können. In 25 der Nähe der Bearbeitungsfläche 81 ist eine Anordnung zum Entfernen des von der Bearbeitungsfläche abgetragenen Materials angeordnet, wie sie in der par- allelaufenden, gleichzeitig mit der vorliegenden Anmeldung eingereichten Pa- tentanmeldung der Anmelderin, Aktenzeichen der Anmelderin 98/1035, beschrie- ben ist.

30

In den Figuren sind das Gehäuse zur Aufnahme einzelner Komponenten, das Kühlssystem, die Steuerung für die Laser, die Pumpquellen für die Fiberlaser, von

denen nur die Abschlußstücke 26, 94 gezeigt sind und die Maschinensteuerung für die Antriebe nicht dargestellt. Wenn die Profilschiene mit den Abschlußstücken relativ gegenüber dem Tisch verdreht wird, um den Abstand zwischen den Bearbeitungsspuren zu verändern, ist es gemäß der Erfindung zweckmäßig, die durch

5 die relative Verdrehung entstehende Verzeichnung des aufzuzeichnenden Musters durch eine Vorverzerrung des aufzubringenden Musters und /oder eine zeitliche Steuerung des Datenstroms zu kompensieren.

Die Anordnung zum Schneiden und Ritzen ist vorzugsweise vollautomatisch computergesteuert ausgeführt, wie dies von Werkzeugmaschinen und/oder Industrierobotern bekannt ist.

10

Patentansprüche

1. Anordnung zur Materialbearbeitung mittels Laserstrahlen, bestehend aus
  - 5 einem Gehäuse, zur Aufnahme von Komponenten der Anordnung,
  - 10 einem Tisch (225) zur Aufnahme des zu bearbeitenden Materials, mindestens zwei Fiberlasern zur Erzeugung von mehreren Bearbeitungsspuren, die auf einer Profilschiene (256) angeordnet sind und mit Abschlußstücken (26, 94) versehen sind, durch das die Laser auf die Bearbeitungsfläche (81) ausrichtbar und fokussierbar sind, wobei die Abschlußstücke auf der Profilschiene so angeordnet sind, daß der gegenseitige Abstand der durch die Abschlußstücke erzeugten Bearbeitungsspuren (224) veränderbar ist,
  - 15 Stellantrieben, mit denen der Tisch relativ zu der Profilschiene entlang mindestens einer der Raumkoordinaten x, y, z bewegbar ist und/oder um einen Winkel  $\phi$  um eine etwa senkrecht durch die Bearbeitungsfläche verlaufende Drehachse z verdrehbar ist und/oder Stellantrieben, mit denen die Profilschiene relativ zu dem Tisch entlang mindestens einer der Raumkoordinaten x, y, z bewegbar ist,
  - 20 einem Kühlsystem,
  - 25 einer Steuerung für die Laser und einer Maschinensteuerung für die Antriebe zur Erzeugung der Relativbewegungen und der Rotationsbewegungen.
2. Anordnung zur Materialbearbeitung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für jede Bearbeitungsspur eine Anordnung zum Entfernen des von der Bearbeitungsfläche abgetragenen Materials (249) vorgesehen ist.

3. Anordnung zur Materialbearbeitung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß für mehrere Bearbeitungsspuren eine gemeinsame Anordnung zum Entfernen des von der Bearbeitungsfläche abgetragenen Materials (249) vorgesehen ist.

5

4. Anordnung zur Materialbearbeitung nach den Ansprüchen 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die Profilschiene zur Veränderung des Abstandes zwischen den Bearbeitungsspuren um eine Achse  $z'$  verdrehbar angeordnet ist.

10 5. Anordnung zur Materialbearbeitung nach den Ansprüchen 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Mittel zur Kompensation der durch die Verdrehung entstehenden Verzeichnungen in dem aufzuzeichnenden Muster vorgesehen sind, die aus einer Vorverzerrung des aufzubringenden Musters bestehen und/oder die zeitliche Steuerung des Datenstroms beeinflussen.

15

6. Anordnung zur Materialbearbeitung nach den Ansprüchen 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Fiberlaser als Module ausgebildet sind, die jeweils aus baugleichen Einheiten bestehen, die mit den Pumpquellen (18) verbunden sind.

20 7. Anordnung zur Materialbearbeitung nach den Ansprüchen 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Pumpquellen (18) und die Laserfibren (5) mittels Abschlußstücken (26, 94) verbunden sind.

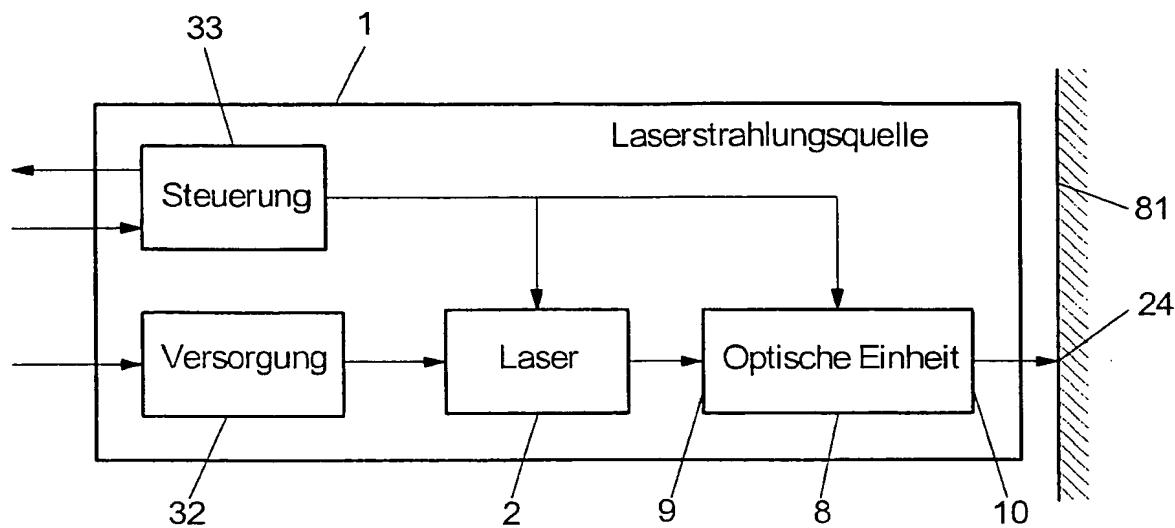


Fig. 1

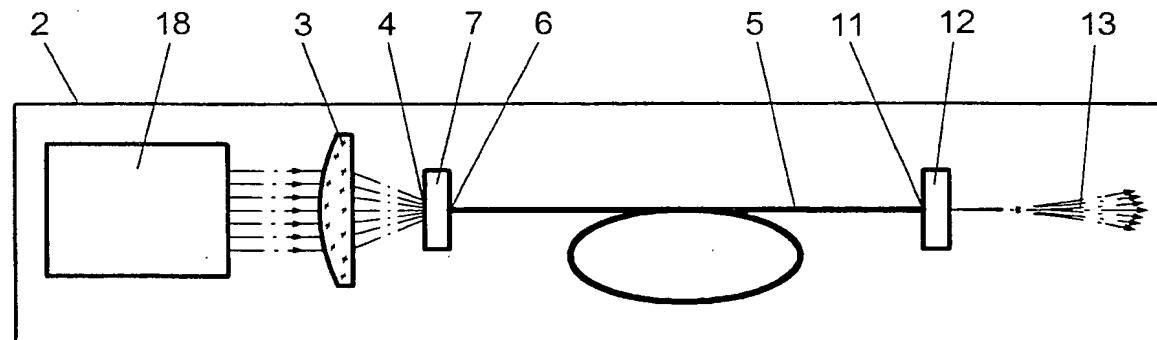


Fig. 2

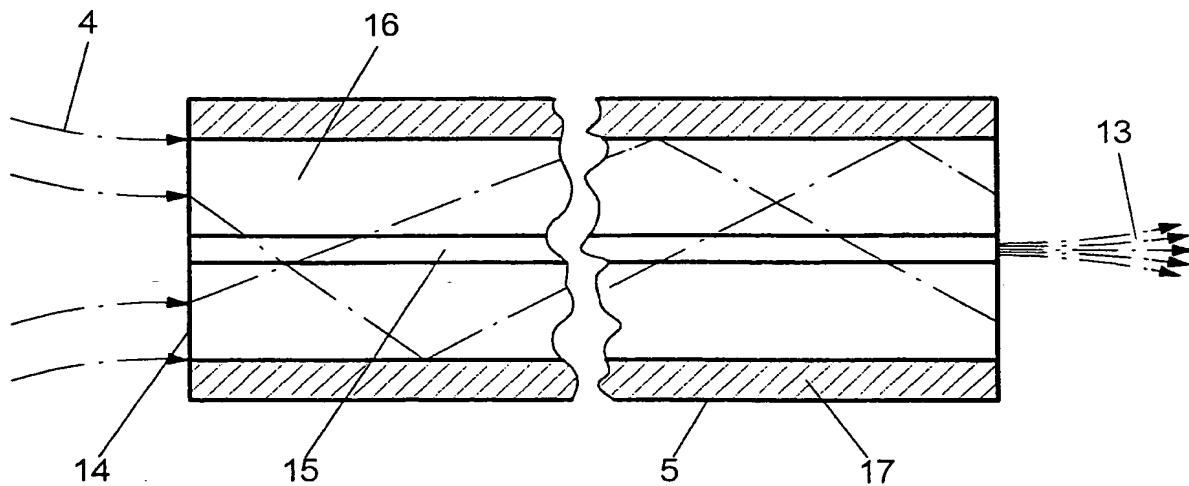


Fig. 2a

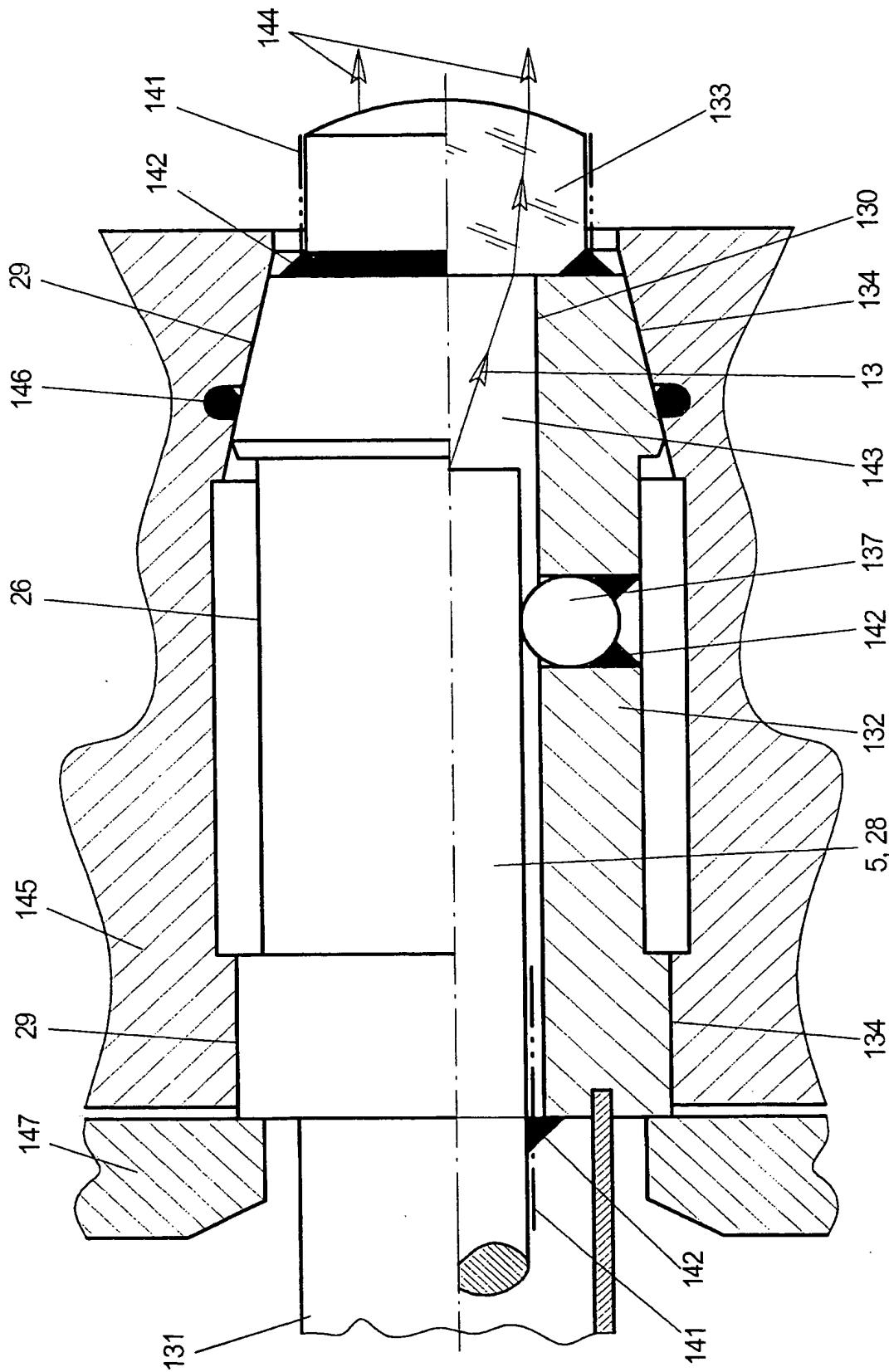


Fig. 3

3/6

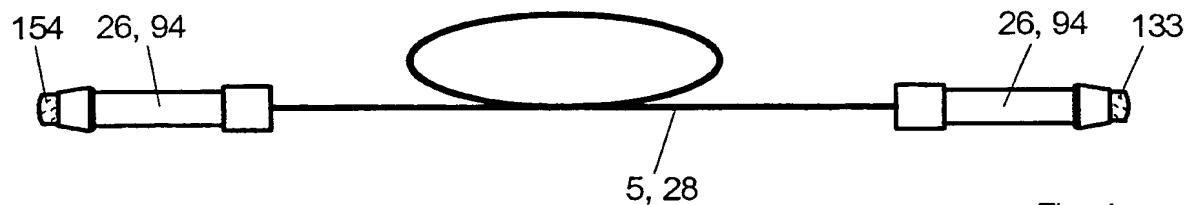


Fig. 4

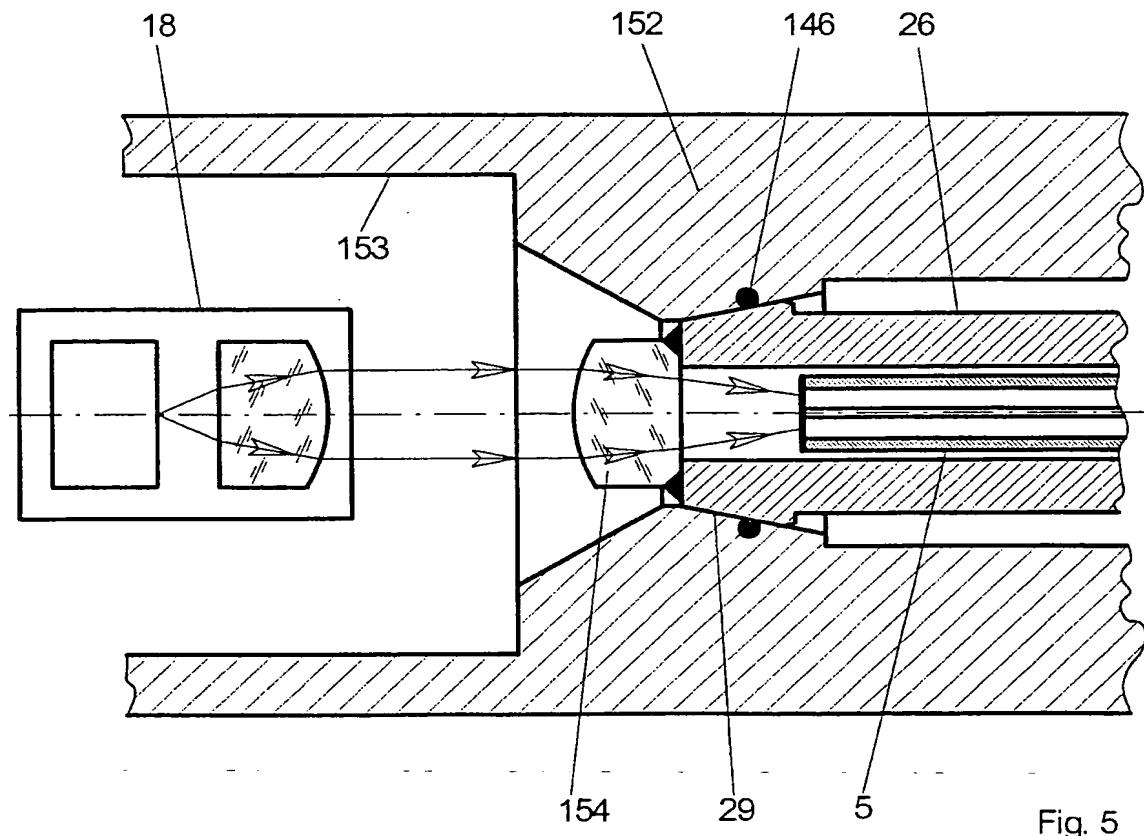
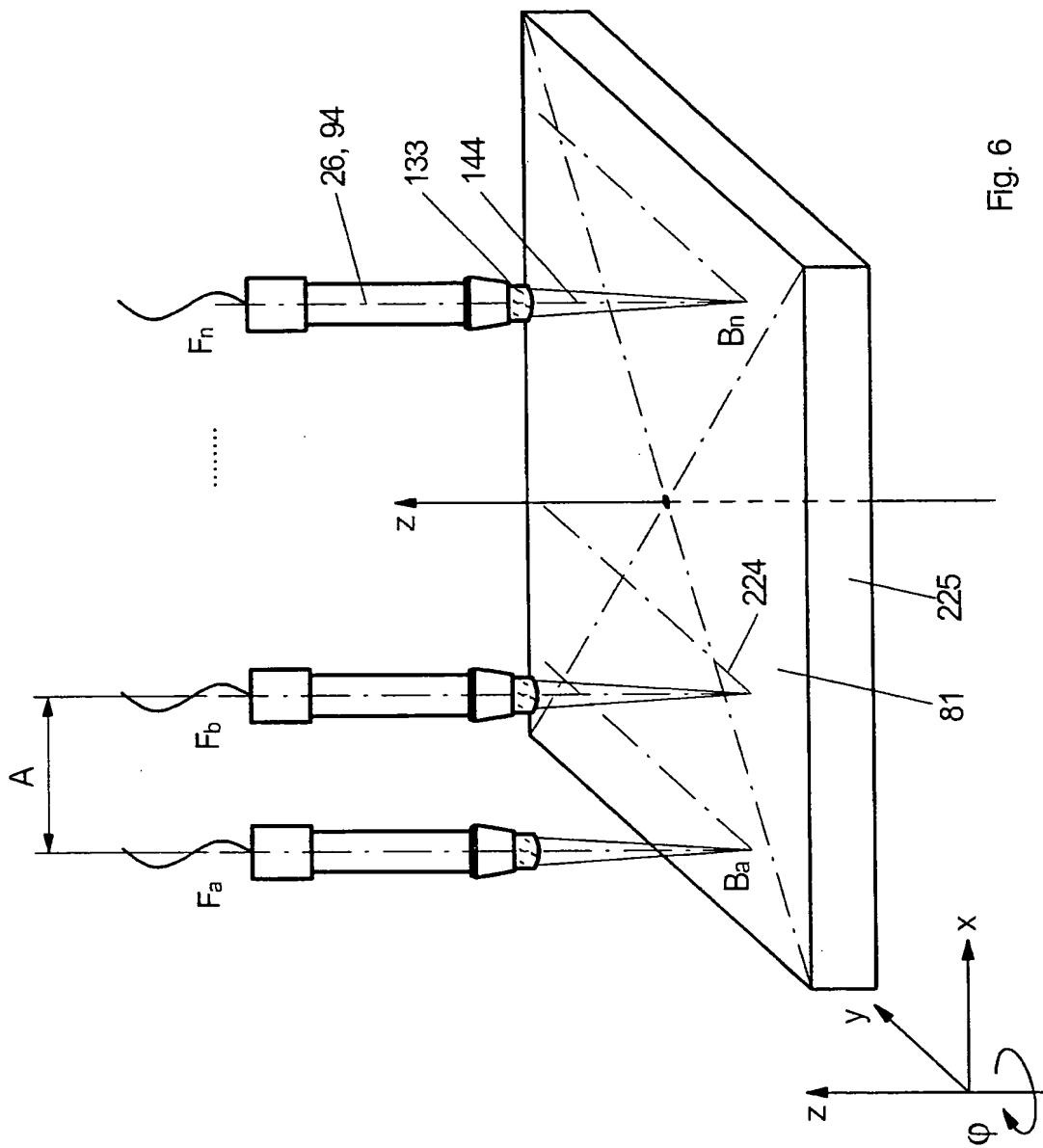


Fig. 5

4/6



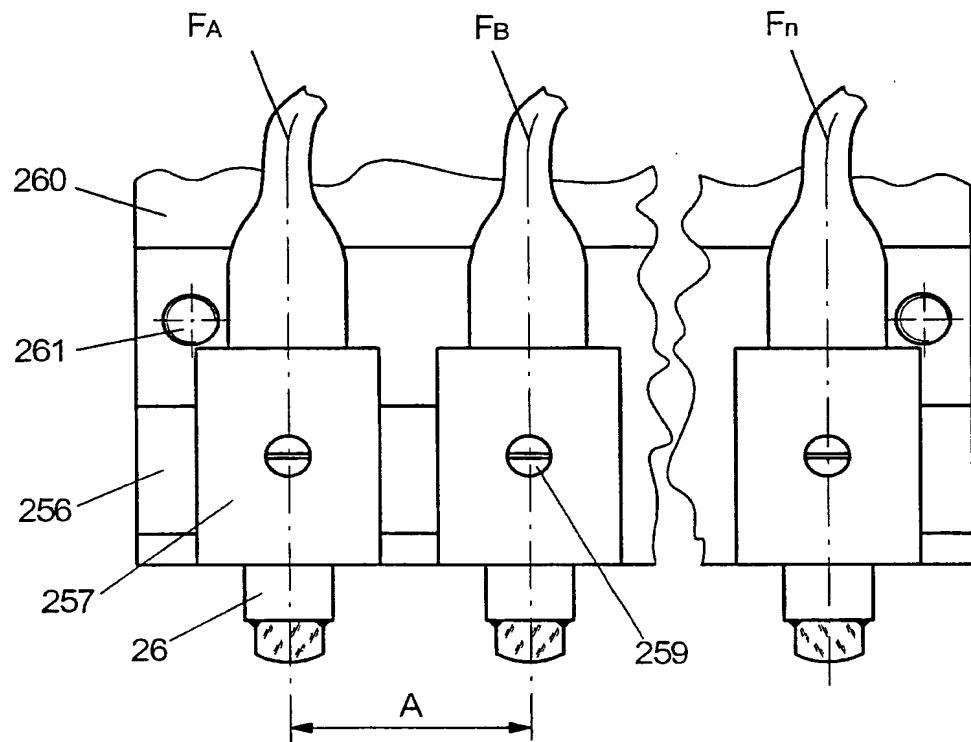


Fig. 6a

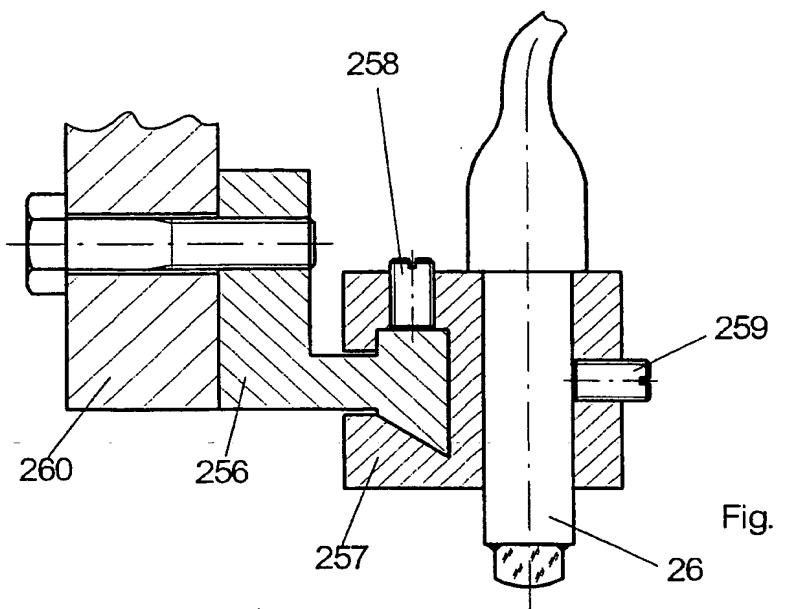


Fig. 6b

6/6

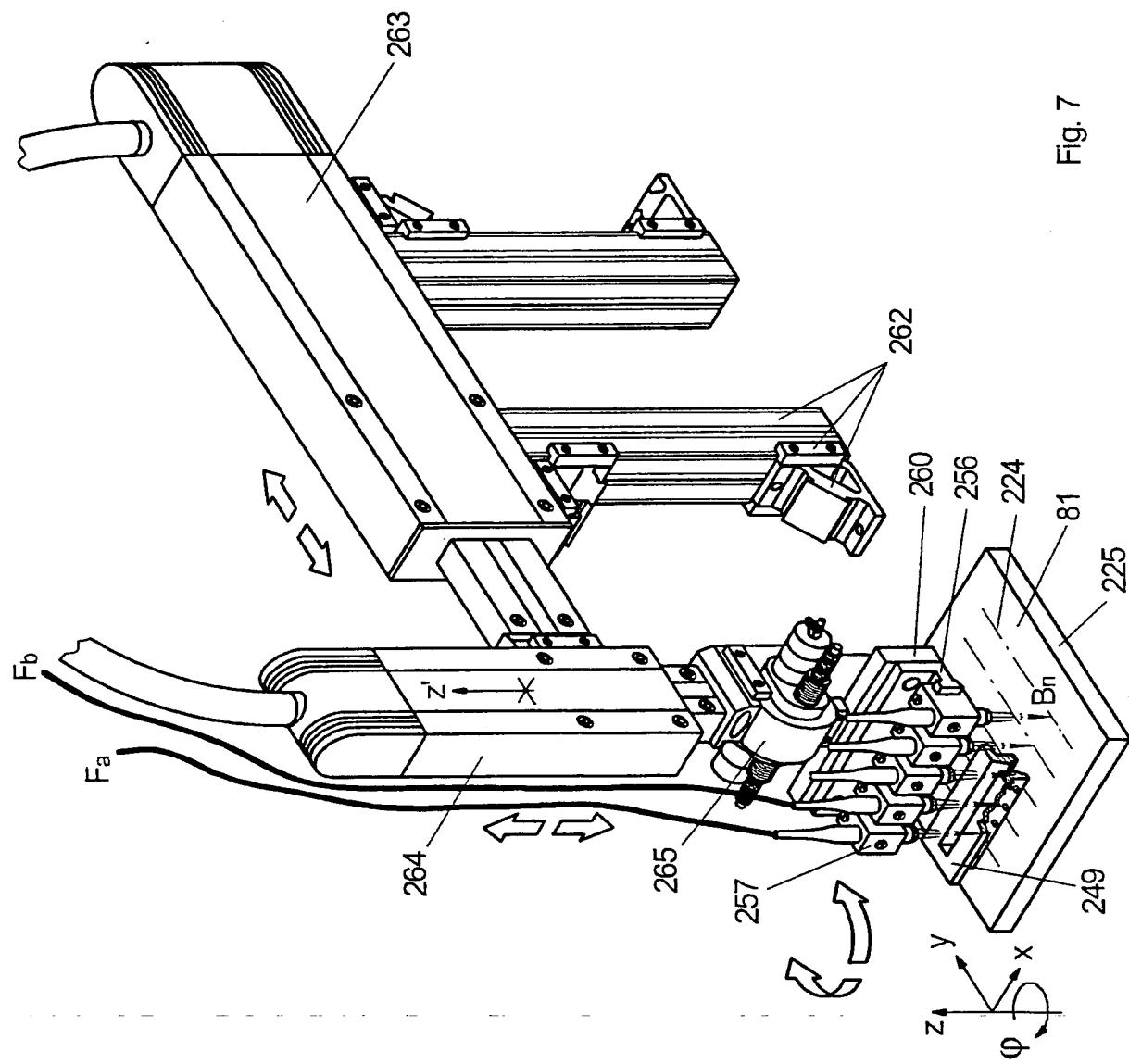


Fig. 7

# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 99/02424

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

IPC 7 B23K26/02 B23K26/08

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 7 B23K

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category <sup>a</sup>	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 958 900 A (ORTIZ JR ANGEL L) 25 September 1990 (1990-09-25) the whole document ---	1
A	DE 196 03 704 A (ZEISS CARL FA) 22 August 1996 (1996-08-22) cited in the application -----	1

Further documents are listed in the continuation of box C.



Patent family members are listed in annex.

<sup>a</sup> Special categories of cited documents :

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

Date of mailing of the international search report

1 February 2000

07/02/2000

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl  
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Aran, D

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Inte onal Application No

PCT/DE 99/02424

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date
US 4958900 A	25-09-1990	CA	2009602 A,C	27-09-1990
		DE	4009089 A	04-10-1990
		FR	2644900 A	28-09-1990
		GB	2230353 A,B	17-10-1990
		IT	1239492 B	03-11-1993
		JP	2284783 A	22-11-1990
DE 19603704 A	22-08-1996	GB	2298082 A,B	21-08-1996

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE 99/02424

A. KLASSEFIZIERTUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES  
IPK 7 B23K26/02 B23K26/08

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

## B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 B23K

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

## C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 4 958 900 A (ORTIZ JR ANGEL L) 25. September 1990 (1990-09-25) das ganze Dokument ---	1
A	DE 196 03 704 A (ZEISS CARL FA) 22. August 1996 (1996-08-22) in der Anmeldung erwähnt -----	1



Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen



Siehe Anhang Patentfamilie

\* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erforderlicher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

"&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

1. Februar 2000

07/02/2000

Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2  
NL - 2280 HV Rijswijk  
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,  
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Aran, D

# INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen  
PCT/DE 99/02424

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 4958900 A	25-09-1990	CA	2009602 A,C	27-09-1990
		DE	4009089 A	04-10-1990
		FR	2644900 A	28-09-1990
		GB	2230353 A,B	17-10-1990
		IT	1239492 B	03-11-1993
		JP	2284783 A	22-11-1990
DE 19603704 A	22-08-1996	GB	2298082 A,B	21-08-1996